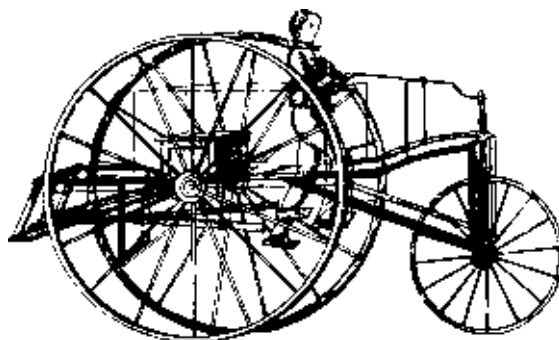


INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA



Y NOTICIAS

TESIS DIDÁCTICAS*

* Recordamos que los datos que se precisan para la publicación de los resúmenes de tesis didácticas son los siguientes: Título; autor o autora; tipo de tesis (doctoral o de maestría); director(es) o directora(s); departamento, universidad, programa en que se ha presentado; fecha de presentación; resumen de un máximo de dos folios DIN A-4 acompañado de disquete.

DIVERSIDAD Y EVOLUCIÓN CONCEPTUALES EN NUTRICIÓN HUMANA. UN MODELO SISTÉMI- CO-EVOLUTIVO DE CAMBIO CON- CEPTUAL

Tesis doctoral

Autor: *Luffiego García, Máximo.*

Directores: *Güémez Ledesma, Julio y Gárate Larrea, Milagros*

Lugar: *Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo. Edificio Interfacultativo. Universidad de Cantabria. Santander*

Fecha: *Junio de 1997*

El objetivo principal de esta investigación consiste en proponer y contrastar parcialmente un nuevo modelo de cambio conceptual, partiendo de un nuevo marco racional que posibilite la comunicación entre las disciplinas que se ocupan del conocimiento y, más en concreto, del aprendizaje.

La tesis se estructura en dos partes. Una primera, teórica, donde se fundamenta el nuevo marco racional que, tras aplicarlo para realizar la crítica pertinente de las principales teorías existentes sobre el conocimiento y el aprendizaje, permite formular la hipótesis general, a la que se denomina *modelo sistémico-evolutivo de cambio conceptual*. En la segunda parte, de carácter empírico, se contrastan dos hipótesis concretas que se derivan de la hipótesis general. La parte teórica abarca desde el capítulo segundo hasta el sexto, mientras que la empírica engloba los capítulos séptimo y octavo.

El capítulo segundo se dedica a realizar la crítica del paradigma de racionalidad dominante en la ciencia, el mecanicismo, con el propósito de proponer un nuevo marco racional en el capítulo tercero. Un marco racional contiene presupuestos (ontológicos y epistemológicos), metodologías y fines. El marco racional mecanicista se sostiene sobre los presupuestos de que la realidad es un mecanismo que se puede conocer objetiva y

verdaderamente (realismo ingenuo) siguiendo la metodología científica y asume unos fines que conceden al hombre un papel dominador respecto a la naturaleza. Por el contrario, el nuevo *marco racional sistémico-evolutivo* se alimenta de dos presupuestos ontológicos lejanos al mecanicismo: el sistemicismo y el evolucionismo, según los cuales la naturaleza, lejos de ser una máquina, está organizada en sistemas que evolucionan de manera continua y no lineal. En cuanto a los presupuestos epistemológicos, se asume que el conocimiento que poseemos de la naturaleza no es seguro (realismo hipotético), pero sí fiable (realismo adaptativo); racionalmente no existe posibilidad alguna de demostrar que nuestro conocimiento sea verdadero –ni tan siquiera el científico–, pero se acepta que, como resultado de la evolución, las funciones de nuestro cerebro y sus representaciones poseen valor adaptativo. Estos presupuestos tienen repercusiones metodológicas: puede realizarse un análisis de las partes de un sistema objeto de estudio, pero simultáneamente hay que

construir un aparato conceptual que vincule dicho análisis al conjunto. Finalmente, se asume un nuevo fin para el conocimiento científico, el de mantener la diversidad del planeta, pues ésta es la que asegura nuestra propia supervivencia como especie.

En el capítulo cuarto se aplica este nuevo marco racional al análisis de las capacidades humanas de conocer y aprender. Después de realizar un breve recorrido a través de los paradigmas rivales en psicología del aprendizaje, asociacionismo *versus* constructivismo, se propone un enfoque superador de ambos que, por una parte, evite reducir el aprendizaje a los mecanismos asociacionistas y, por otra, impida caer en el idealismo y relativismo propios de un constructivismo desligado de toda perspectiva evolucionista. El nuevo enfoque sistémico-evolutivo permite integrar los conocimientos de varias disciplinas: neurociencias, psicología, dinámica de sistemas, evolucionismo y didáctica.

En el capítulo quinto, se ponen de manifiesto las insuficiencias de los modelos existentes del cambio conceptual, para, a continuación, abordar dicho problema desde la perspectiva sistémico-evolutiva; así, éste se plantea en términos de *generación, selección y retención de variantes conceptuales*.

La parte teórica culmina con el capítulo sexto donde se intenta dar cuenta de estas cuestiones mediante la propuesta de la hipótesis general: el *modelo sistémico-evolutivo de cambio conceptual*. La generación de variantes conceptuales conlleva un proceso de integración. Los datos de las neurociencias indican que el conocimiento se registra de manera dispersa en los centros del cerebro y que no existen centros de integración de este conocimiento disperso. ¿Cómo se conciben entonces la integración y la reestructuración? Se postula que las nuevas variantes conceptuales se forman mediante sincronización de la actividad de colectivos neuronales ya existentes (donde están memorizados los conceptos y representaciones) con colectivos neuronales caóticos, pudiendo intervenir o no información procedente del exterior. Fruto de esta interacción múltiple, resultan nuevos patrones de actividad neuronal que corresponden a nuevas variantes conceptuales o representacionales. Una vez generadas, las variantes son seleccionadas por el propio individuo y, si son comunicadas, también lo serán por la comunidad. Algunas de estas variantes pueden ser retenidas en la memoria. Un proceso paralelo a la memorización es el olvido. Éste no se puede producir rápida

y voluntariamente, según los datos de la neurología, por lo que el cambio conceptual hay que entenderlo, más que como sustitución, como *coexistencia* entre conceptos antiguos y nuevos.

A partir de este modelo podrían formularse numerosas hipótesis concretas. En el presente trabajo, se explicitan dos hipótesis en el ámbito de niveles sistémicos diferentes, el sistema cognitivo individual y el poblacional. La primera de las hipótesis (capítulo séptimo) hace referencia a los procesos neurales que producen la emergencia de nuevos patrones de actividad. Su contrastación se realiza mediante simulación partiendo de un modelo matemático, el modelo de Hindmarsh-Rose. Se han conseguido simular procesos de control y sincronización de neuronas caóticas con neuronas de actividad regular, que pueden ayudar a entender la generación de variantes y la reestructuración.

En el capítulo octavo, se contrasta la segunda hipótesis concreta, según la cual el cambio conceptual posee un carácter no lineal que puede reflejarse en la evolución de la diversidad conceptual que aparece en diferentes grupos de alumnos a medida que avanza la instrucción. Las medidas de diversidad se efectúan con índices extraídos de la teoría de la información y que ya han sido utilizados en ecología. Para ello se ha elaborado y pasado un cuestionario sobre nutrición humana a grupos de alumnos de diferentes edades, desde 1º de BUP hasta 3º de medicina. Los resultados avalan la hipótesis del carácter no lineal de la evolución de la diversidad: ésta, con ligeros altibajos, aumenta con la instrucción, hasta llegar a 3º de medicina donde disminuye significativamente, pudiéndose caracterizar este resultado como un cambio conceptual.

Las reflexiones expuestas y los resultados y conclusiones obtenidos permiten realizar consideraciones importantes, tanto para la investigación educativa como para la tarea didáctica.

INFLUENCIA DEL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL Y COMBINATORIO Y DE CREENCIAS SUBJETIVAS EN LAS INTUICIONES PROBABILÍSTICAS PRIMARIAS

Tesis doctoral

Autor: *Cañizares Castellanos, María Jesús*
Directora: *Batanero Bernabeu, Carmen*
Lugar: *Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada*
Fecha: *17 de noviembre de 1997*

Motivados por la problemática que supone la introducción en los nuevos diseños curriculares de enseñanza primaria y secundaria de contenidos relacionados con las nociones de *azar y probabilidad*, la pregunta general que guía esta investigación es si los alumnos poseen los requisitos para que sea posible adelantar la enseñanza de la probabilidad antes de la adolescencia y qué tipos de tareas probabilísticas serían adecuadas para esta iniciación.

Para Piaget la comprensión de la idea de *azar y probabilidad* requiere la adquisición de razonamiento combinatorio y proporcional y la idea de *causalidad*. Esto explica el retraso en la enseñanza de la probabilidad durante las dos décadas pasadas y que, en el anterior plan de estudios, la probabilidad se introdujera en 1º de bachillerato, continuándose en 3º (16-17 años). La opinión de Piaget también ha ocasionado que la enseñanza de la probabilidad se realizara con un enfoque clásico, basado en el cálculo combinatorio.

En los últimos años asistimos a una reforma de la enseñanza obligatoria que concede un mayor peso al estudio de la probabilidad por parte de los niños. Los nuevos diseños curriculares enfatizan la necesidad de iniciar lo antes posible el estudio de los fenómenos aleatorios y de cambiar también la metodología de enseñanza para hacerla más activa y exploratoria. Este enfoque no precisaría un razonamiento combinatorio fuerte y podría servir para confrontar a los alumnos con sus concepciones probabilísticas incorrectas, a partir de los datos experimentales. Sin embargo, el éxito de esta propuesta descansa en la elección adecuada de las tareas a plantear a los alumnos, según sus capacidades en el razonamiento estocástico y sus prerrequisitos. Aunque el enfoque frecuencial de la probabilidad puede obviar la necesidad de razonamiento combinatorio, debido al uso de la experimentación y simulación para la resolución de problemas probabilísticos, el razonamiento pro-

porcional sigue siendo preciso, puesto que la frecuencia relativa se define a partir de una proporción. Por otro lado, la idea de *probabilidad* es algo más que una proporción, puesto que, para asignar o comparar probabilidades, el niño debe movilizar su concepción sobre el experimento aleatorio. Debe ser capaz de diferenciar los sucesos posibles en este experimento (espacio muestral), asociar el número de casos favorables al suceso dado, el número de casos desfavorables al suceso contrario y considerar el número total de posibilidades. Finalmente, debe ser capaz de discriminar los casos en que sea posible o no aplicar el principio de indiferencia.

Esta investigación, centrada en el intervalo de edad 10-14 años, toma como referencia dos estudios sobre el razonamiento probabilístico intuitivo en este periodo de edad: los de Green (1982) y Fischbein y Gazit (1984). En síntesis, las preguntas planteadas sobre el razonamiento probabilístico de estos niños son las siguientes:

– ¿Cuál es el nivel de razonamiento probabilístico de los niños de nuestro entorno sociocultural? ¿Coincide con los resultados de Green para los escolares del Reino Unido de la misma edad? ¿Es el nivel de razonamiento probabilístico obtenido mediante el instrumento de Green un buen indicador de la capacidad de resolver problemas de probabilidad y del éxito en otros instrumentos de evaluación del razonamiento probabilístico?

– ¿Progresan el razonamiento probabilístico en forma lineal o tiene un carácter componencial y sistémico? ¿Es posible identificar componentes diferenciados en el razonamiento probabilístico de los niños que no han recibido instrucción en probabilidad? ¿Corresponde alguno de estos componentes al uso de elementos subjetivos en la asignación y comparación de probabilidades?

– ¿Cómo resuelven los niños que no han tenido instrucción en probabilidad, problemas de comparación de probabilidades simples? ¿Usan estrategias normativas o se dejan influir por elementos subjetivos? ¿Cómo cambian sus estrategias en el periodo 10-14 años? ¿Cómo dependen de su nivel de razonamiento proporcional?

Para responder a estas preguntas, el trabajo se ha centrado en la evaluación del razonamiento probabilístico de los alumnos de edades comprendidas entre 10 y 14 años y ha sido abordada en dos fases sucesivas. En una primera fase, que se describe en el capítulo 2, se lleva a cabo un estudio comparativo de dos instrumentos clásicos de evaluación de intui-

ciones probabilísticas sobre una misma muestra de 321 alumnos de los cursos 5º a 8º de EGB. Los instrumentos han sido tomados de Green (1982) y Fischbein y Gazit (1984) y ambos están pensados para alumnos de las edades utilizadas en esta investigación que no hayan recibido instrucción en probabilidad. El primero de ellos evalúa una gama muy amplia de contenidos probabilísticos y permite situar al alumno en un nivel de razonamiento probabilístico de acuerdo con las teorías de Piaget e Inhelder. El segundo tiene un contenido más limitado, pero también evalúa el uso que hacen los niños de elementos subjetivos en la asignación de probabilidades. Además de comparar los resultados obtenidos con los de los autores citados, se muestra la falta de correlación entre las puntuaciones de ambos instrumentos, lo que indica que el test de Fischbein y Gazit contiene elementos no evaluados en el estudio de Green. Este resultado es confirmado con el estudio multivariante en el que los ítems de Fischbein que contienen elementos subjetivos se configuran como factores independientes en el análisis factorial conjunto.

La segunda fase tiene por objeto profundizar en el empleo, por parte de los niños, de estos elementos subjetivos en la asignación y comparación de probabilidades, y su relación con el razonamiento proporcional. A partir de un nuevo instrumento de evaluación se obtuvieron datos de una muestra de 130 alumnos de los cursos 5º y 6º de EGB y 1º y 6º de ESO, que se analizan con profundidad en el capítulo 3. En particular se estudian las estrategias y niveles en los ítems de comparación de probabilidades, utilizando los descritos por Noelting (1980a, 1980b) para la comparación de fracciones. Asimismo se analizan las creencias subjetivas de los alumnos sobre la independencia, control del azar y juego equitativo, junto con su razonamiento combinatorio. Las tipologías de razonamiento de los alumnos son descritas con detalle a partir de una serie de entrevistas realizadas a dos alumnos de cada uno de los niveles escolares seleccionados. Éstas se describen en el capítulo 4.

Como consecuencia, se considera la necesidad de rechazar la hipótesis de estructura lineal del razonamiento probabilístico de los niños y que las etapas descritas en la teoría de Piaget no deben ser entendidas en sentido global. Por el contrario, un mismo niño puede estar en diversas etapas para diferentes conceptos y tipos de problemas probabilísticos y, así, el razonamiento probabilístico de los niños se describe preferentemente por medio de un constructo de tipo vectorial y sistémico, entre cuyos componentes se pueden citar aleatorie-

dad, independencia, elementos subjetivos, razonamiento proporcional y combinatorio. Por ello, es esencial un estudio individualizado de cada uno de estos componentes y un tratamiento didáctico específico de las dificultades de razonamiento y comprensión asociadas, lo que abre un campo de investigación muy amplio en relación con la iniciación de la enseñanza de la probabilidad.

FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES EN EDUCACIÓN AMBIENTAL: EFECTOS DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN EL TRABAJO CON PROBLEMAS AMBIENTALES

Tesis doctoral

Autor: *Pedro Álvarez Suárez*
Directores: *Perales Palacios, Francisco J. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales*
De la Fuente Solana, Emilia I. Departamento de Psicología Social y Metodología de las Ciencias del Comportamiento
Lugar: *Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada*

Fecha: *1 de diciembre de 1997*

La efectiva incorporación de la educación ambiental (en adelante EA) a los currículos educativos de la enseñanza obligatoria se ve, en gran parte, dificultada por problemas derivados de la propia realidad escolar, pero, sobre todo, por la falta de preparación y sensibilización del profesorado en cuestiones ambientales, tal y como se viene denunciando repetidamente en todos los congresos y reuniones –tanto nacionales como internacionales– que se celebran sobre el tema.

Por otra parte, el efecto multiplicador de cualquier acción de formación de profesorado es obvio, por lo que la importancia de desarrollar este tipo de acciones ha sido «históricamente» uno de los objetivos prioritarios de la EA. Se hace imprescindible, por tanto, disponer de estrategias de enseñanza-aprendizaje sobre formación de profesorado de EA debidamente evaluadas y contrastadas. Sin embargo, en nuestro país, a pesar de la

enorme variedad de actuaciones –en contenidos, duración, etc.– existe una notable carencia de investigaciones al respecto que ofrezcan resultados fiables que permitan determinar su eficacia.

La investigación realizada, que trata de paliar esta situación, ha tenido como finalidad *estudiar la eficacia de un modelo metodológico investigativo, basado en el planteamiento y trabajo con problemas ambientales, en la formación inicial de profesorado de EA para los niveles de educación primaria*. Para ello, a partir de los datos aportados por la psicología cognitiva, los documentos oficiales sobre los contenidos curriculares y funciones a desempeñar por el profesorado que ha de impartir la educación ambiental, así como las aportaciones de recientes investigaciones a la didáctica de las ciencias experimentales, se diseñó cuidadosamente una actuación formativa para la EA, dirigida a promover cambios actitudinales positivos hacia el medio ambiente en los sujetos –alumnado de la especialidad de educación primaria de la diplomatura de maestro, que cursaban estudios en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada– para contrastarla con la metodología «tradicional» que, con carácter general, se viene empleando en estos niveles educativos. En este sentido, hemos investigado hasta qué punto la metodología diseñada produciría en el alumnado un cambio conceptual y actitudinal (en el sentido de desarrollar actitudes positivas hacia el medio ambiente), más eficaz que el conseguido a través de la metodología expositiva tradicional.

Entendemos que el tratamiento de situaciones ambientales del entorno próximo del alumnado –además de su mayor implicación afectiva, educativa y actitudinal– les hará enfrentarse a situaciones distintas de las del contexto puramente académico (aplicación de lo aprendido a la vida real), así como asumir el protagonismo de su propio aprendizaje, lo que, en definitiva, favorecerá el cambio conceptual y actitudinal. La estrategia seguida en este modelo metodológico para la formación inicial de profesorado de EA tiene, por tanto, la misma orientación que las propuestas constructivistas recomiendan para el aprendizaje. Si bien la propuesta no es novedosa, pues, desde la Conferencia de Tbilisi, se viene insistiendo sobre la conveniencia de una metodología activa de investigación del medio, como indican Cano, García y García (1992), hemos podido comprobar personalmente que «las dificultades comienzan cuando se intenta definir dicha metodología».

Las cuestiones planteadas en la investigación podrían resumirse de la siguiente manera:

– *¿Qué actitudes tienen los alumnos y alumnas, futuros profesores y profesoras de EA en el nivel educativo correspondiente a la educación primaria, hacia el medio ambiente antes de cursar la asignatura Educación Medioambiental?*

– *¿Cuáles son sus concepciones respecto a los problemas ambientales y algunas nociones básicas de ecología antes de cursar la citada asignatura?*

– *¿Cómo varían sus actitudes ambientales como resultado de cursar la asignatura Educación Medioambiental con una metodología «tradicional»?*

– *¿Existen diferencias significativas entre las actitudes de estos alumnos y los que han seguido una metodología «experimental» –basada en la «investigación» de problemas ambientales de su entorno próximo– al cursar el mismo programa?*

– *¿Adquieren aprendizajes significativos los sujetos que cursan la asignatura Educación Medioambiental con una metodología «tradicional»?*

– *¿Cambiaron sus esquemas conceptuales previos sobre cuestiones ecológicas y problemas ambientales los sujetos pertenecientes a los grupos experimentales?*

– *¿Existen relaciones estadísticamente significativas entre las actitudes hacia el medio ambiente y otras variables personales, contextuales, aptitudinales y académicas?*

Estas cuestiones han funcionado como guiones de orientación en la investigación, centrando la revisión bibliográfica, la formulación de los objetivos de la investigación y el planteamiento de las hipótesis a falsar. De ellas, las dos primeras hacen referencia a la situación inicial de los alumnos y de las alumnas, tal como se detecta en el pretest y las siguientes, salvo la enunciada en último lugar, a las modificaciones producidas en sus actitudes ambientales y conocimientos conceptuales sobre cuestiones básicas de ecología y problemas ambientales como resultado de cursar la asignatura Educación Medioambiental con dos metodologías didácticas distintas.

La comprobación del «funcionamiento» del modelo de intervención ha implicado un diseño experimental *pre-post* con cuatro grupos: dos experimentales y dos de control, entre los que se distribuyó la muestra (N=190) que ha conestado de las siguientes fases:

1) Aplicación a uno de los grupos experimentales y a uno de los grupos de control de un cuestionario para conocer su nivel actitudinal de partida hacia el medio ambiente (pretest), y a todos los grupos –dos experimentales y dos de control–, otros cuestionarios para conocer, asimismo, su nivel inicial respecto a otras variables moduladoras (de rendimiento académico, aptitudinales, de actitud ante el estudio, etc.).

2) Aplicación del programa pedagógico (metodología «experimental») a los grupos experimentales, mientras que los grupos de control seguían una metodología expositiva.

3) Una nueva aplicación, postest, a todos los grupos, al finalizar la experiencia, para comprobar si las diferencias obtenidas entre los grupos experimentales y de control son significativas desde el punto de vista estadístico.

Las diferencias entre los resultados de las pruebas iniciales y finales (pretest y postest) nos han permitido dar respuesta a las preguntas antes planteadas y así falsar las hipótesis planteadas en el diseño de investigación. Por ello, la comparación de los resultados –en cuanto a la verificación de las hipótesis planteadas– de los sujetos que han seguido la metodología «experimental» con los que han seguido la metodología tradicional ha exigido un control riguroso y exhaustivo de las variables que podrían estar potencialmente asociadas a la variable independiente –tipo de metodología– y, a su vez, tener cierta incidencia significativa en la variable dependiente (actitud hacia el medio ambiente y su conservación). Así, las variables intervinientes se controlaron mediante:

– idéntica duración del periodo instructivo (cuatro créditos);

– análisis de la homogeneidad de la muestra, condicionada por el hecho de que la distribución grupal de la muestra no ha sido aleatoria, sino que venía impuesta desde la secretaría del centro;

– control del influjo de la aplicación de pruebas.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1) La metodología «experimental» diseñada y analizada en esta investigación produce cambios positivos en las actitudes medioambientales de los sujetos que la siguen, que son estadísticamente significativos frente a los conseguidos por la metodología «tradicional», de carácter expositivo, que generalmente se em-

plea en la formación inicial de profesores de educación ambiental para los niveles correspondientes a la educación primaria de nuestro sistema educativo, a pesar de que el alto nivel inicial de los sujetos dejaba un reducido margen para el cambio.

2) Los sujetos aprenden diferencialmente en función de la metodología empleada, mostrándose más eficaz la metodología «experimental».

3) La diferencia entre las medidas pretest y postest no son estadísticamente significativas entre «actitudes hacia el medio ambiente», «sexo» y «hábitat». Siendo significativas entre «actitud hacia el medio ambiente» y «edad».

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS COMO CAMPO ESPECÍFICO DE CONOCIMIENTOS. GÉNESIS, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Tesis doctoral

Autor: *Martínez Terrades, Sigfredo Francisco*

Directores: *Gil Pérez, Daniel y Carrascosa Alís, Jaime*

Lugar: *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Valencia*

Fecha: *11 de marzo de 1998*

Este trabajo ha pretendido estudiar en qué medida la didáctica de las ciencias ha pasado a constituir un dominio específico de investigación en torno al cual se ha conformado una comunidad científica y, más aún, en qué medida el trabajo de dicha comunidad se está traduciendo en la construcción de un auténtico cuerpo de conocimientos, más allá de los planteamientos puntuales y desligados que caracterizaron los orígenes de la didáctica de las ciencias.

Para fundamentar la hipótesis principal que orienta esta investigación se tratan varios aspectos: en primer lugar por qué durante décadas no se ha visto la necesidad de fundamentar teóricamente las investigaciones en didáctica de las ciencias. En segundo lugar se estudia que, al igual que la psicología educativa se separó de la psicología y de la pedagogía y se

convirtió en área específica, algo similar puede estar ocurriendo con la didáctica de las ciencias respecto a otras disciplinas como la psicopedagogía. Por último, se ve que el surgimiento de la didáctica de las ciencias se ha favorecido también por la importancia creciente adquirida en la enseñanza de las ciencias por la historia y la filosofía de las ciencias, rompiendo así con la influencia casi exclusiva de la psicopedagogía.

Posteriormente se presentan las consecuencias contrastables de la hipótesis principal y se detallan los diseños experimentales concebidos para poner a prueba dichas hipótesis derivadas. Se debe señalar que la gran mayoría de los diseños están elaborados para poder comparar una serie de indicadores de datos relativos a los años setenta con los de comienzos de los años noventa. El método utilizado en muchos de los diseños ha consistido en informatizar, mediante *escáner*, las referencias bibliográficas de más de mil artículos publicados en las revistas de didáctica de las ciencias más importantes (españolas y extranjeras), y a partir de ahí extraer la máxima información respecto a autores, artículos más citados, trabajos más citados, etc. Con este método se han conseguido tener almacenadas más de 25.000 referencias bibliográficas. Además también se ha analizado la evolución de las orientaciones oficiales para la enseñanza de las ciencias, evolución de los textos de enseñanza de las ciencias en ese periodo; se han pasado cuestionarios y entrevistas al profesorado, con un total de dieciséis diseños diferentes.

Los resultados obtenidos más relevantes son los siguientes:

1) En cuanto a la evolución en la edición de *revistas específicas* de didáctica de las ciencias se ve que su número se ha multiplicado por cinco en un periodo de veinte años. Así, en el año 1972 se publicaban tan sólo cinco revistas específicas de didáctica de las ciencias en el ámbito anglosajón, europeo e iberoamericano y en el año 1994 la cifra alcanzaba el valor de veinticinco.

2) Otro índice de la consolidación de la didáctica de las ciencias como campo específico que se ha estudiado es la evolución de las *tesis doctorales* leídas en España sobre didáctica de las ciencias. Pues bien, se ha pasado de presentar menos de una tesis doctoral por año a comienzos de los años ochenta, a una media de ocho por año ya a comienzos de los noventa, lo que da idea del salto cuantitativo tan importante que se ha experimentado en este aspecto de la investigación en didáctica de las ciencias.

3) Otro aspecto cuantitativo analizado ha sido el de los *congresos* de didáctica de las ciencias con impacto real en la literatura. Para dicho análisis se ha considerado el valor promedio (número de referencias a congresos / número de artículos analizados en cierto periodo) que ha pasado de 0,22 en el periodo 1976-77 a 1,13 en el periodo 1991-92, lo que implica que se ha multiplicado por 5.

4) También se han analizado cuantitativamente las *referencias bibliográficas* de una de las revistas de didáctica de las ciencias más importantes (*Journal of Research in Science Teaching*) en los años 1976 y 1992 para proceder a estudiar su evolución. Los datos más relevantes son: el promedio de citas de revista se ha más que duplicado (de 5,8 hasta 14,5), y el de citas de revistas de didáctica de las ciencias se ha casi triplicado (desde 2,2 hasta 6,5). Esto permite suponer –de acuerdo con los índices manejados por los documentalistas– que los trabajos actuales tienen una mejor fundamentación teórica. En el mismo sentido se ha constatado que las referencias bibliográficas incluidas en las revistas de didáctica de las ciencias que se editan en España han alcanzado un nivel similar.

5) En cuanto a los *autores y trabajos más citados* se han analizado los que más aparecen en las referencias bibliográficas y se ha procedido a la comparación con las referencias de autores y trabajos de hace veinte años. Por lo que respecta a los autores, se ha podido poner de manifiesto la existencia en la actualidad de una comunidad de investigadores ampliamente reconocida en el ámbito mundial y mucho más referenciada que otros (Driver, Osborne, Lawson...). Ello difiere notablemente con lo que ocurría a finales de los años setenta cuando los autores más citados eran Piaget, Inhelder, Campbell..., que no eran investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias.

6) La existencia de una comunidad y de un cuerpo de conocimientos específico en didáctica de las ciencias se ha constatado, entre otros, por la presencia de *líneas de investigación* en las que trabajan, la mayoría de los equipos, y en la creciente vinculación entre ellas. Destacan una docena de líneas de investigación, tales como las centradas en las concepciones alternativas de los alumnos, en la resolución de problemas, en los trabajos prácticos de laboratorio y de campo, etc.

7) También se ha evidenciado la existencia de *constructos* o términos que son propios de la literatura habitual de los trabajos de didáctica de las ciencias. Entre

ellos destacan *concepciones alternativas de los alumnos, mapa conceptual, constructivismo, programa de actividades*, por citar sólo algunos.

8º) Igualmente se ha podido verificar la existencia de *paradigmas* que han guiado la investigación didáctica. Así, se han ido sucediendo diversos marcos de referencia como, por ejemplo, el aprendizaje por descubrimiento autónomo, el aprendizaje por recepción significativa o el aprendizaje por construcción de conocimientos (constructivismo), que es el modelo que en la actualidad recoge el mayor consenso entre los investigadores.

9º) Por último, se han obtenido unos resultados bastante alentadores respecto a la incidencia que está teniendo la didáctica de las ciencias en diferentes aspectos de la realidad educativa. Así, se ha puesto de relieve que los textos normativos de los diferentes países están orientando sus planteamientos hacia las propuestas que se desprenden de las investigaciones en el ámbito de la didáctica de las ciencias. A título de ejemplo, se aprecia que las propuestas planteadas recientemente (1996) por la National Academy of Science de los Estados Unidos, para la alfabetización científica y tecnológica de las ciudadanas y ciudadanos del siglo XXI, están en concordancia plena con los resultados de las investigaciones que se están produciendo en la didáctica de las ciencias.

En lo que se refiere a las *perspectivas*, se considera que los resultados de esta investigación orientan la realización de nuevos trabajos como, por ejemplo: extender esta investigación hasta finales de los noventa; analizar en qué medida los libros de texto, los proyectos editoriales y demás materiales didácticos que se publican, y que son utilizados en la práctica docente habitual, se ven afectados por los resultados que se derivan de las investigaciones de la didáctica de las ciencias, o analizar la influencia que la consolidación de la didáctica de las ciencias está ejerciendo en la formación inicial y permanente del profesorado.

Estos y otros estudios persiguen, en definitiva, averiguar si, de acuerdo con la hipótesis sostenida en el presente trabajo, la didáctica de las ciencias está produciendo un cuerpo de conocimientos que permita orientar más adecuadamente la formación del profesorado y lograr un mejor aprendizaje de los estudiantes, susceptible entre otros, de preparar a los futuros ciudadanos y ciudadanas para participar en la toma fundamentada de decisiones sobre cuestiones que afectan al desarrollo científico y tecnológico y a sus implicaciones.

LAS EXPLICACIONES DE LOS ALUMNOS SOBRE LA NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA MATERIA. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y DIFICULTADES

Tesis doctoral

Autora: *Benarroch Benarroch, Alicia*
Directores: *Perales Palacios, F. Javier* y *Marín Martínez, Nicolás*

Departamento: *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada*

Programa: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*

Fecha: *30 de abril de 1998*

Las concepciones sobre la naturaleza corpuscular de la materia (NCM) son unas de las más investigadas en la didáctica de las ciencias. No obstante, junto a una ingente cantidad de datos empíricos, hay muchas dudas, lagunas e incluso contradicciones. Una cuestión importante aún sin resolver es el *conocimiento de cómo tiene lugar la evolución de las concepciones de los estudiantes sobre la estructura de la materia*. Éste es el objetivo fundamental de esta investigación. También se pretende conocer las barreras y dificultades existentes en esta evolución y las causas de las mismas.

Se parte de dos presupuestos básicos:

1. Una postura adogmática entre los paradigmas piagetianos y del movimiento de las concepciones alternativas (MCA) aporta resultados más útiles para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
2. Las dudas, lagunas y contradicciones en el conocimiento del alumno sobre la naturaleza corpuscular de la materia se pueden explicar desde un marco evolutivo integrador.

El primer presupuesto ha llevado a analizar los fundamentos teóricos tanto de la epistemología e historia de los modelos de materia como de la psicología de la construcción conceptual. La primera sugiere una fase de instrucción para nuestro estudio, destinado a analizar si, después de la misma, las respuestas encajan en la evolución marcada por las respuestas espontáneas. La historia de los modelos de materia sugiere hipótesis para los conceptos de *vacío* y de *movimiento*. Respecto a la psicología, se han revisado tanto los fundamentos piagetianos como

los de otros autores y vertientes que han tenido influencia en el MCA. Nos ha permitido apostar por un modelo cognoscitivo del alumno responsable de sus respuestas, que se fundamenta en que los esquemas que el sujeto utiliza para procesar los datos percibidos pueden ser de dos tipos: los operacionales piagetianos y sus esquemas específicos. Este modelo se utiliza también como hipótesis de trabajo.

El segundo de los presupuestos conduce a un estudio bibliográfico sobre el atomismo piagetiano (clásico y más reciente) y el modelo corpuscular de la materia. Se han detectado contradicciones entre ambos tipos de trabajos de las que se han extraído nuevas hipótesis. Éstas se fundamentan en la idea de que, si los niños de Piaget y del MCA son los mismos, sus resultados deben poderse hacer compatibles.

La metodología se materializa en la realización de entrevistas individuales sobre 43 alumnos, seleccionados mediante un estudio piloto estratégicamente, de distintas edades (9-22 años) y de distintas capacidades. Se diseñó un cuestionario variando la fenomenología, planteando contrapruebas y modificando los efectos perceptivos en cada situación física. Las entrevistas constan de dos fases, diferenciadas entre sí mediante una pequeña instrucción sobre «lo que piensan los científicos acerca de la naturaleza de la materia». En las entrevistas se intenta alcanzar el «verdadero punto de vista» del alumno o, al menos, el «juicio que más le convence», lo que se traduce en tiempo de realización, pero también en respuestas que reflejan mejor su verdadero conocimiento.

Las respuestas de las entrevistas, tanto las espontáneas como las inducidas por el modelo instruccional, fueron agrupadas y categorizadas, lo que permitió construir veinticinco módulos categoriales (categorías empíricas), en los que cada sujeto adquiere una posición definida. Estos módulos fueron validados y rediseñados mediante un análisis estadístico multivariable. Las categorías redefinidas (categorías estructurales) muestran un contenido evolutivo común, que nos permite afrontar la delimitación de los sucesivos niveles explicativos.

Se han encontrado cinco niveles explicativos en la construcción del conocimiento sobre la naturaleza corpuscular de la materia. Éstos pueden ser sintetizados como:

a) no hay esquemas explicativos directamente relacionados con lo microscópico; sus esquemas son exclusivamente continuos;

b) primeras explicaciones microscópicas fundamentadas en elementos percibidos (burbujas, huecos, partículas, etc.);

c) explicaciones corpusculares con huecos entre partículas (huecos llenos);

d) explicaciones corpusculares con vacío entre partículas (huecos vacíos);

e) explicaciones corpusculares con vacío, movimiento e interacciones entre partículas.

Las distancias entre los niveles explicativos no son equidistantes, el «salto» del nivel segundo al tercero es el más costoso. En él, se requiere que la competencia operatoria de los sujetos se imponga al conocimiento derivado de las percepciones, proceso nada fácil de conseguir, pues se requiere, además de las exigencias lógicas (nivel transicional al formal), que se le planteen problemas y situaciones no explicadas por el conocimiento anterior (situaciones donde el esquema implicado sea el de comprensión de partículas y no el de simple fraccionamiento).

Otras conclusiones son:

En relación con el conocimiento sobre la naturaleza de la materia:

– La situación de la compresibilidad del aire es más adecuada que la de la disolución para conocer los niveles explicativos de los alumnos.

– Los indicios perceptivos actúan de forma contraria en los niveles segundo y tercero de la evolución cognoscitiva.

– Las contradicciones entre el atomismo piagetiano y el modelo corpuscular del MCA son sólo aparentes y se pueden explicar desde este marco evolutivo.

En relación con el modelo cognoscitivo:

– Los sujetos concretos pueden presentar los niveles 1 y 2. Los transicionales y los formales pueden presentar los niveles 3, 4 y 5.

– La noción de *vacío* requiere de esquemas operatorios formales y de esquemas específicos sobre la diferenciación entre materia y no materia.

En relación con la metodología:

– Si se da oportunidad a los alumnos para poner en juego sus primeras respuestas y de corregirlas, las sucesivas respuestas sobre una misma situación física son más consistentes, menos persistentes y más cercanas a los esquemas que usan en su aprendizaje.

UN ESTUDIO SOBRE LAS POTENCIALIDADES QUE GENERA EN ALUMNOS DE SECUNDARIA EL MODELO DE GESTIÓN MENTAL APLICADO A LAS FRACCIONES

Tesis doctoral

Autora: *Cubillo Durán, M. Carmen*
 Director: *Ortega del Rincón, Tomás*
 Departamento: *Análisis Matemático y Didáctica de la Matemática*
 Programa de doctorado: *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Geodinámica*
 Lugar: *Facultad de Educación. Universidad de Valladolid.*
 Fecha: *3 de abril de 1998*

El trabajo de investigación educativa que abordamos tiene su origen en la preocupación que a los docentes nos generan las dificultades de los alumnos en el aprendizaje de las matemáticas. La búsqueda de soluciones nos aproximó a la razón fundamental de esta investigación, que ha consistido en introducir una innovación curricular desarrollando un tópico como el de los números racionales mediante el modelo de gestión mental; modelo que, implementado en el aula, pretende que los alumnos se expresen espontáneamente y desarrollen sus iniciativas y sus potencialidades. Por último, al analizar los resultados de esta experiencia, se ha pretendido profundizar interpretativa y reflexivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

La opción metodológica que se adopta para abordar nuestro problema es el modelo de la investigación-acción, por ser un modelo dentro del paradigma cualitativo que observa y estudia, reflexiva y participativamente, una situación social. En una primera etapa, y teniendo en cuenta el tópico objeto de estudio, se realiza una revisión de investigaciones relacionadas directamente con el tema. Se observa que todas ellas se centran en analizar dificultades de los alumnos en la comprensión de las fracciones. Sin embargo, no aparecen evaluadas estrategias de enseñanza, resultados y observaciones diversas, que nosotros consideramos vías importantes de observación en esta investigación, ni han tratado la utilidad de un modelo que permita la aproximación a unos contenidos mediante una gran variedad de tareas.

En una segunda etapa, y para abordar el análisis teórico de las cuestiones de investigación, nos apoyamos en las siguientes fuentes de información:

– El enfoque que en el diseño curricular base se establece para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

– Las teorías psicológicas y de adquisición del conocimiento matemático. El «factor psicológico» es uno de los que contempla el currículo en la reforma del sistema educativo.

– El modelo didáctico de la gestión mental para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, modelo que se inspira en la metodología de A. de La Garanderie.

Todo esto nos permite perfilar los objetivos de esta investigación, que han consistido en estudiar cómo la implementación en el aula del MGM introduce variaciones en la opinión o la actitud hacia las matemáticas y en la comprensión que tienen los alumnos del número racional.

La racionalidad para este estudio se sustentó en tres apartados: de contenidos, currículo y metodología. Desde el punto de vista de contenidos se ha pretendido que los alumnos desarrollen y aprendan un conjunto de recursos eficaces para conocer mejor la realidad en la que viven, y, así, poder actuar sobre ella. Por eso el acento ha recaído en: la adquisición de conceptos y procedimientos de tipo general dentro del conjunto de los números racionales; el manejo correcto de distintas representaciones de las fracciones y de sus notaciones simbólicas y figuradas, así como en la exploración de las enormes posibilidades que encierran las mismas para conocer y operar sobre la realidad; la construcción progresiva del conocimiento matemático por el propio alumno utilizando sus intuiciones, tanteos y aproximaciones heurísticas como punto de partida para una reflexión que le conduzca a planteamientos más formales y deductivos.

Desde el punto de vista curricular, se ha elaborado e implementado un material novedoso siguiendo la metodología del MGM, ofreciendo a los alumnos propuestas variadas para favorecer sus evocaciones visuales y auditivas, aspectos claves en la enseñanza-aprendizaje según De la Garanderie. Estas propuestas ofrecen al profesor variedad de posibilidades en el desarrollo de su trabajo en el aula, como se contempla en las cuatro unidades de contenidos que constituyen el material del alumno. Se han elaborado unas categorías de interacción didáctica y de contenido matemático que han permitido revalorizar la planificación inicial o diseño del currículo de la profesora por el equipo educativo. La revisión de la planificación inicial ha permitido observar las fases que el modelo de gestión mental prevé en el proceso de enseñanza-aprendizaje: observación-exploración,

representación mental y abstracción/generalización. Esta última se ha visto fortalecida por el elevado número de sugerencias producidas durante la experiencia, lo que prueba la capacidad de mejora con la práctica del aula.

Desde el punto de vista metodológico, nuestro trabajo se ha centrado en el desarrollo de los siguientes aspectos:

– En la elaboración, adaptación y puesta en práctica de un modelo de investigación-acción. Resultado de todos estos momentos ha sido la obtención de una gran abundancia de detalles o fuentes de datos sobre personas, instrumentos y

documentos, que han permitido interpretar la comprensión lograda por los alumnos sobre el número racional.

– En la elaboración de una unidad de contenidos sobre el número racional siguiendo las teorías de De la Garanderie y en la puesta en práctica con los alumnos de los gestos mentales: atención, memorización, comprensión, reflexión y imaginación.

– En la elaboración de un sistema de categorías de interacción didáctica, de contenido matemático y de comprensión del contenido, el cual ha permitido analizar las interacciones profesor-alumno-

contenidos y valorar la comprensión de los alumnos sobre el conjunto de los números racionales.

– En el modelo de evaluación aplicado que, dentro del paradigma cualitativo, ha permitido dibujar las características más significativas del aula de 1º de BUP en donde se ha desarrollado la experiencia, y comprender las relaciones que en ella han tenido lugar en su transcurso. Los tres aspectos que conforman este modelo de evaluación (la información, los juicios de valor y la toma de decisiones) nos han ayudado a validar la implementación del MGM en la enseñanza-aprendizaje de los números racionales.

NOTICIAS

INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS-SCIENCE EDUCATION & TECHNOLOGY

Fecha y lugar:
Del 1 al 4 de marzo de 1999.
San Antonio, Texas, USA.

Inscripción e información:
MSET 99/AACE, P.O.
Box 2966, Charlottesville, VA 22902 USA.
Tel.: 804-973-3987.
Fax: 804-978-7449.
e-mail: AACE@virginia.edu
web: <http://www.aace.org>

VII CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA DE LAS CIENCIAS Y DE LAS TÉCNICAS

Fecha y lugar:
Del 14 al 18 de septiembre de 1999.
Pontevedra.

Inscripción e información:
José M. Fernández y Marià Lines.

Departamento de Química Analítica,
Facultade de Ciencias, Vigo. Lagoas-
Marcosende, s/n. Universidade de Vigo.
36200 Vigo.

I CONGRESO SOBRE COMUNICACIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

Fecha y lugar:
Del 25 al 27 de marzo de 1999.
Granada.

Inscripción e información:
Parque de las Ciencias
Av. del Mediterráneo, s/n.
18006 Granada.
Tel.: 958 133 870
Fax: 958 133 582
e-mail: cpociencias@parqueciencias.com
web: <http://www.parqueciencias.com/congreso>

X CIAEM (CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA)

Fecha y lugar:
Julio-agosto 1999.
Piriápolis-Maldonado (Uruguay).

Información:
Alicia Villar.
Instituto de profesores «Artigas»,
Av. Rivera 5760, C.P. 11400, Montevideo, Uruguay.
Fax: 598-600 12 75.

PME 23 (INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION)

Fecha y lugar:
Del 25 al 30 de julio de 1999.
Haifa (Israel).

Información:
PME 23 Conference Secretariat, Palex
Tours LTD, P.O. Box.
33626, Haifa 31336, Israel.
Tel.: 972 4 8524254.
Fax: 972 4 8522491.
e-mail: pme@netvision.net.il

LIBROS RECIBIDOS

• Bartolaia, E. (edra). *Género, tecnología e ciencia*. Cadernos Pagu. Universidade de Campinas UNICAMP.

• Jorba, J., Gómez, I., Prat, À. (eds.) (1998). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge des de les àrees curriculars*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona.

• Pérez Soto, C.A. *Epistemología de la Ciencia*. Santiago de Cali. Colombia: Universidad del Valle.